

PCT/EP200 4/010930



REC'D 17 NOV 2004  
WIPO PCT

# Ministero delle Attività Produttive

*Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività*

*Ufficio Italiano Brevetti e Marchi*

*Ufficio G2*



Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:  
INVENZIONE INDUSTRIALE N. MI 2003 A 001881 depositata il 01.10.2003.

Si dichiara che l'unità copia è conforme ai documenti originali depositati con la domanda di brevetto sopra specificata, i cui dati risultano dall'accluso processo verbale di deposito.

ROMA li ..... 29 SET. 2004

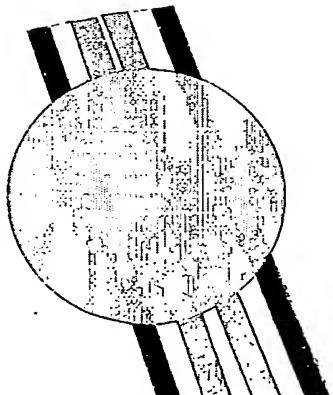
## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

IL FUNZIONARIO

Giampietro Carlotto

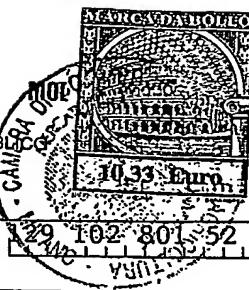
*Giampietro Carlotto*



AL MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO



A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Residenza MILANO

codice 102 801 52

N.G.

SR

2) Denominazione

Residenza

codice

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome

cod. fiscale

denominazione studio di appartenenza

via  n.  città  cap  (prov)

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario Come sopra

via Bistolfi n. 35 città MILANO

cap 20134 (prov) MI

D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/sc)  gruppo/sottogruppo

SEPARATORE BIPOLARE PER BATTERIA DI CELLE A COMBUSTIBILE

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI NO

SE ISTANZA: DATA  N° PROTOCOLLO

E. INVENTORI DESIGNATI cognome nome

cognome nome

1) TORO Antonino

3)

2)

4)

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato  
S/R

1)

2)

SCIOLGIMENTO RISERVE  
Data  N° Protocollo

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI



DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) 1 PROV n. pag. 15

riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) ....

Doc. 2) 1 PROV n. tav. 1,3

disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) ....

Doc. 3) 1 RIS

lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale ....

Doc. 4) 1 RIS

designazione inventore ....

Doc. 5) 1 RIS

documenti di priorità con traduzione in italiano ....

Doc. 6) 1 RIS

autorizzazione o atto di cessione ....

Doc. 7) 1

nominativo completo del richiedente ....

8) attestato di versamento, totale Euro 188,52

obbligatorio

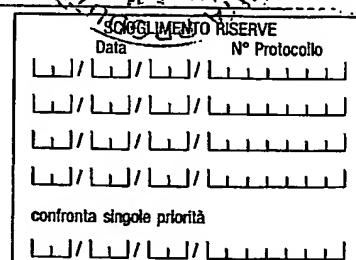
COMPILATO IL 30/09/2003

FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I) M. Tettamanti

CONTINUA SI/NO SI

Michele Tettamanti, Direttore Generale

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO SI



CAMERA DI COMMERCIO IND. ART. E AGR. DI MILANO

MILANO

codice 115

VERBALE DI DEPOSITO... NUMERO DI DOMANDA MI2003A 001881

Reg. A

L'anno DUEMILATRE

OTTOBRE

Il (I) richiedente(I) sopraindicato(I) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda corredata di n. 00 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopriportato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE



IL DEPOSITANTE

Timbro

L'UFFICIALE ROGANTE

## RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA MI2003A 001881

REG. A

01/10/2003

NUMERO BREVETTO

DATA DI DEPOSITO

DATA DI RILASCIO

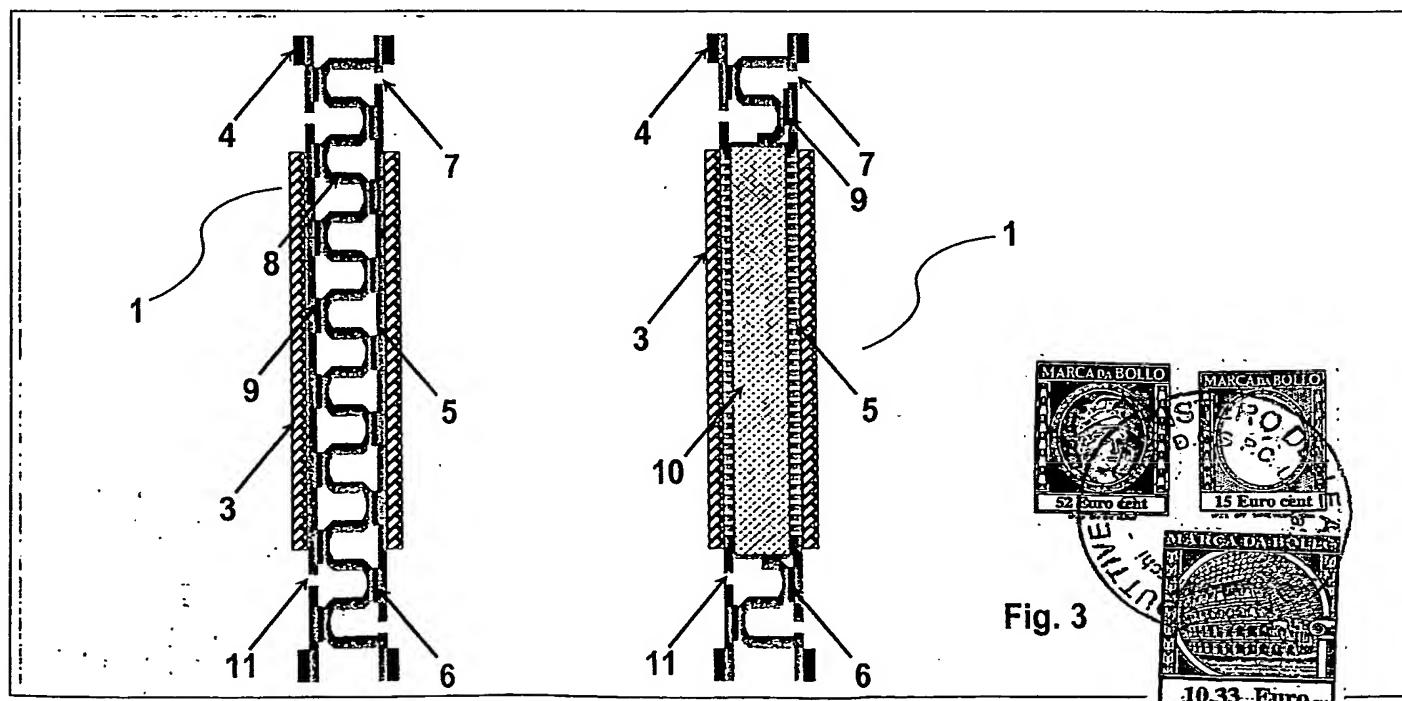
## D. TITOLO

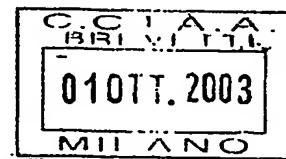
## L. SEPARATORE BIPOLARE PER BATTERIA DI CELLE A COMBUSTIBILE

## L. BIASSTONI

È descritto un separatore bipolare per batterie di celle a combustibile a membrana polimerica, delimitato da due lastre provviste di fori di passaggio fluido collegate per mezzo di un elemento corrugato e comprendente una sezione di passaggio per un liquido di termostatazione, che permette di realizzare l'asporto di calore dalle celle adiacenti e l'umidificazione e distribuzione dei gas con un singolo pezzo integrato, semplificando il montaggio e le tenute idrauliche della batteria.

## M. DISEGNO





2003A001881

## DESCRIZIONE DI INVENZIONE INDUSTRIALE

A NOME: NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

La presente invenzione è relativa ad un elemento bipolare di separazione tra celle a combustibile, in particolare celle a combustibile a membrana polimerica, impilate in una batteria in configurazione filtropressa.

Come è noto nell'arte, le celle a combustibile sono generatori elettrochimici che convertono l'energia chimica della reazione tra un combustibile e un ossidante in energia elettrica, producendo acqua come sottoprodotto di reazione. Tra i vari tipi conosciuti di cella a combustibile, il tipo a membrana polimerica è quello che opera a temperatura più bassa, tipicamente 70-100°C, offrendo consistenti vantaggi in termini di facilità e sicurezza di operazione, di stabilità dei materiali e soprattutto di rapidità nell'avviamento e nel raggiungimento delle condizioni di regime operativo finale. Tra i principali problemi che hanno rallentato la diffusione industriale di questa tecnologia, uno dei più significativi risiede nel fatto che l'energia prodotta da una singola cella viene ottenuta sotto forma di corrente continua di intensità relativamente sostenuta a fronte di una tensione molto ridotta (comunque inferiore a 1 V, e tipicamente compresa tra 0.5 e 0.8 V). Questa caratteristica, le cui ragioni sono di natura termodinamica e perciò intrinseche al processo, rende necessario l'impilamento di un certo numero di celle in batterie assemblate secondo un arrangiamento di tipo filtropressa. Le batterie proposte per un utilizzo industriale sono quindi costituite da alcune decine di elementi, non di rado superando le cento celle singole; questo comporta, oltre agli evidenti problemi connessi alle tolleranze costruttive e al serraggio del modulo finale, anche dei tempi di assemblaggio che incidono pesantemente sul costo finale, essendo ogni cella costituita da una molteplicità di pezzi, tra piatti bipolar, guarnizioni, collettori di corrente e



componenti elettrochimici quali elettrodi e membrane.

La complicazione costruttiva delle celle a combustibile a membrana polimerica è imposta dalla molteplicità di funzioni richieste per far avvenire le reazioni di ossidazione del combustibile e di riduzione dell'ossidante con un rendimento elevato. Oltre al funzionamento ottimale degli elettrodi che sono sede delle due reazioni, e che devono essere dotati di opportuni catalizzatori, in generale a base di metalli nobili, un fattore critico è costituito dalla membrana a scambio ionico che funge da elettrolita solido e che deve provvedere al trasporto della corrente elettrica sotto forma di un flusso di ioni; in particolare, i protoni generati dall'ossidazione del combustibile, che nel caso più comune è costituito da idrogeno, puro o in miscela, devono attraversare lo spessore della membrana ed essere trasportati al lato catodico ove questi vengono consumati dalla reazione con l'ossidante, generalmente costituito da ossigeno, anch'esso puro o in miscela. Le membrane a scambio ionico attualmente disponibili in commercio sono costituite da uno scheletro polimerico, spesso perfluorurato per ragioni di stabilità chimica, cui sono legati gruppi funzionali anionici in grado di legare i protoni sia pure in misura sufficientemente labile da consentirne la migrazione sotto effetto del campo elettrico generato dai reagenti. Perché questo meccanismo sia efficace, in altre parole perché la conducibilità ionica della membrana sia sufficiente, occorre mantenere un alto grado di idratazione della membrana durante il funzionamento. Nella maggior parte delle condizioni di funzionamento di interesse pratico, l'acqua prodotta al catodo dalla reazione dell'ossigeno con i protoni provenienti dal lato anodico non è sufficiente a garantire che tali condizioni di idratazione siano mantenute in ogni momento; il flusso di reagenti gassosi alimentati alla cella tende infatti a favorire una consistente evaporazione, che deve essere in qualche modo



controbilanciata. Mantenere un adeguato bilancio idrico implica inoltre un accurato controllo termico della cella, che costituisce un altro problema di non banale soluzione. In condizioni di erogazione di potenze elettriche di pratico utilizzo, le irreversibilità del sistema generano infatti una quantità di calore molto rilevante, che deve essere efficacemente asportata dalle celle.

Per le ragioni esposte, le celle a combustibile a membrana polimerica devono essere dotate di opportuni dispositivi per l'umidificazione dei reagenti gassosi e per l'asportazione del calore generato. Questo è evidentemente in contraddizione con l'esigenza, prescritta dal mercato, di disporre di sistemi sempre più compatti e caratterizzati da un assemblaggio rapido e agevole.

Laddove i primi generatori elettrochimici a membrana dell'arte nota erano costruiti con componenti di grafite scanalata e sottoposta ad altre delicate e complicate lavorazioni, le soluzioni tecnologiche più moderne prevedono l'impiego di materiali metallici di spessore più ridotto e di caratteristiche meccaniche più favorevoli. Essi sono ad esempio configurati secondo quanto descritto nel brevetto US 5,578,388, prevedendo l'alimentazione di reagenti previamente umidificati ai due compatti, anodico e catodico, di una batteria di celle delimitate da piatti bipolarì preferibilmente metallici, accoppiati a guarnizioni piane in forma di cornice atte ad alloggiare un opportuno collettore di corrente che funge anche da camera di distribuzione, oltre a garantire la continuità elettrica tra il piatto stesso ed il cosiddetto pacchetto elettrochimico; quest'ultimo è costituito da un assieme membrana a scambio ionico - elettrodi a diffusione di gas. Il collettore di corrente è un elemento metallico reticolato, che favorisce la delocalizzazione del contatto elettrico e la distribuzione del corrispettivo flusso gassoso lungo l'intera superficie dell'assieme membrana-elettrodo. L'asportazione del calore è tipicamente

*MM*

realizzata mediante la circolazione di acqua o altro fluido di termostatazione all'interno di una serpentina inglobata nello spessore del piatto metallico; questo comporta tuttavia l'uso di piatti piuttosto spessi e pesanti, di realizzazione costosa perché ottenuti con una delicata operazione di stampo. In alternativa, sono state proposte configurazioni di batterie che alternano, nello stesso impilamento, celle a combustibile a celle di termostatazione, percorse da acqua o altro fluido di raffreddamento in grado di scambiare calore attraverso le pareti dei piatti metallici che delimitano le varie celle. In questo modo, si possono utilizzare piatti molto più sottili ed ottenere moderate riduzioni di peso della struttura, importanti soprattutto per applicazioni mobili, ad esempio per celle a combustibile destinate all'autotrasporto elettrico. D'altro canto, questa soluzione non offre sostanziali miglioramenti in termini di ingombro, perché la riduzione di spessore dei piatti è ovviamente compensata dall'aggiunta delle celle di termostatazione alla struttura filtrapressa.

Sono stati proposti pertanto numerosi disegni di cella alternativi volti ad alleggerire e compattare le batterie di celle a combustibile integrando al meglio le diverse funzioni e minimizzando i volumi inutilizzati: ad esempio la concomitante domanda internazionale PCT/EP 03/01207 prevede lo sfruttamento della parte periferica della cella di termostatazione per la distribuzione dei reagenti gassosi alle celle a combustibile, mediante una serie di aperture praticate nel piatto di separazione esternamente alla zona di circolazione del fluido di raffreddamento.

Per celle raffreddate ad acqua, un disegno ancora più avanzato, descritto nella concomitante domanda di brevetto internazionale PCT/EP03/06327, prevede uno scambio di materia, mediante opportuni fori calibrati, anche all'interno della zona di raffreddamento; in altre parole, viene consentito a parte dell'acqua di



ML

raffreddamento di penetrare all'interno delle celle a combustibile, realizzando in situ l'umidificazione dei gas ed al contempo effettuando un raffreddamento ancor più efficace grazie alla parziale evaporazione all'interno delle celle a combustibile. Oltre ad aumentare l'efficienza dell'asporto di calore, questo semplifica notevolmente il sistema nel suo complesso, permettendo l'eliminazione delle unità esterne di umidificazione; tuttavia, le ultime due realizzazioni descritte sono piuttosto complesse dal punto di vista delle tenute idrauliche. Uno dei problemi principali nella costruzione di strutture filtrapressa con molti elementi impilati consiste infatti nell'accoppiamento di un gran numero di guarnizioni elastiche, che devono comprimersi in maniera uniforme una volta sottoposte al carico di serraggio, in modo da non compromettere l'allineamento dei componenti rigidi (e indirettamente il contatto elettrico), assicurando al contempo la tenuta dei diversi fluidi, fra i quali alcuni particolarmente critici come l'idrogeno. Nonostante i consistenti sviluppi nel disegno e nei materiali delle guarnizioni, è molto importante minimizzarne il numero per incrementare l'affidabilità dei sistemi in oggetto. I ritrovati descritti nelle domande internazionali PCT/EP 03/01207 e PCT/EP03/06327 presentano invece l'evidente svantaggio di un numero consistente di tenute gas-liquido e gas-gas, ad esempio il doppio rispetto al ritrovato di US 5,578,388. Un altro svantaggio intrinseco a questi tipi di disegno, ed in generale di tutti i disegni che prevedono l'alternanza di celle a combustibile e celle di termostatazione, è dato dalla complessità del montaggio, che prevede l'impilamento in una sequenza fissa di un numero notevole di componenti, che devono essere accuratamente disposti e perfettamente centrati.

È un obiettivo della presente invenzione fornire un disegno di batteria di celle a combustibile che superi le limitazioni dell'arte nota.



È un secondo obiettivo della presente invenzione fornire un disegno di batteria di celle a combustibile di alta efficienza che comprende un numero minimo di componenti impilati e di relative tenute idrauliche a parità di numero di celle installate.

È un ulteriore obiettivo della presente invenzione fornire un separatore integrato per celle a combustibile che realizzi al contempo la circolazione interna di un liquido di raffreddamento, la distribuzione dei reagenti gassosi alle celle ed opzionalmente l'umidificazione di questi ultimi o di uno solo di essi.

Sotto un primo aspetto, l'invenzione consiste in un separatore bipolare delimitato da una lastra catodica ed una lastra anodica, almeno una delle quali provvista di fori di passaggio fluido, ove dette lastre sono saldate o legate metallurgicamente attraverso un elemento conduttivo corrugato in modo da delimitare una sezione di passaggio di un liquido di raffreddamento.

Sotto un secondo aspetto, l'invenzione consiste in una batteria di celle a combustibile disposte in un arrangiamento filtropressa e separate da un elemento conduttivo integrato che realizza, nelle differenti forme di realizzazione, una o più funzioni tra le quali la termostatazione delle celle, la distribuzione e l'umidificazione dei reagenti senza ricorrere a ulteriori celle di termostatazione.

Il separatore dell'invenzione è un delimitato da due lastre conduttrive, almeno una delle quali è provvista di fori di passaggio fluido, atte a funzionare rispettivamente da lastra catodica e anodica in un arrangiamento bipolare di tipo filtropressa. Le due lastre conduttrive sono mutuamente saldate o altrimenti vincolate attraverso un elemento conduttivo interposto, la cui geometria è di tipo corrugato in modo da determinare, in una forma di realizzazione preferita, la formazione di canali per il passaggio di un fluido di termostatazione, preferibilmente acqua allo stato liquido.

*UN*

Per elemento corrugato si intende in questo contesto un elemento generico, ad esempio ricavato da una lastra piana, con un profilo ondulato o altrimenti sagomato in modo da formare protuberanze e avvallamenti; dette protuberanze e avvallamenti sono saldate o in altro modo vincolate alternativamente all'una o all'altra lastra che delimita il separatore. L'elemento corrugato ha il duplice scopo di unire meccanicamente le lastre catodica e anodica e di garantire la continuità elettrica tra le medesime. L'elemento corrugato può essere presente solamente su una parte periferica del separatore, ad esempio in corrispondenza di due lati opposti, oppure può essere disposto lungo l'intera superficie delle lastre. In quest'ultimo caso, l'elemento conduttivo corrugato delimita vantaggiosamente canali che possono essere utilizzati per la circolazione di un fluido di raffreddamento, preferibilmente acqua liquida. Nel caso in cui l'elemento corrugato sia presente solo in una regione periferica del separatore, normalmente esterna all'area attiva di cella, la parte interna può essere vantaggiosamente riempita con un materiale reticolato atto ad essere utilizzato per la circolazione di un fluido di raffreddamento. In funzione di materiale reticolato possono essere vantaggiosamente utilizzate spugne o reti metalliche, lamiere stirate, materiali porosi sinterizzati anche in combinazione o sovrapposizione reciproca; tuttavia, altri tipi di materiale reticolato possono essere impiegati senza discostarsi dallo scopo dell'invenzione.

Come si è detto, una o entrambe le lastre che delimitano il separatore sono provviste di fori di passaggio fluido; per foro di passaggio fluido si intende in questo contesto un'apertura passante di qualunque forma o profilo, ricavata sulla superficie principale della lastra corrispondente, atta ad essere attraversata da un liquido o da un gas. In una realizzazione particolarmente preferita, entrambe le lastre sono

*MM*

dotate di fori, preferibilmente disposti lungo una regione periferica, in comunicazione con un condotto di alimentazione gas; detti fori possono essere così utilizzati per alimentare un reattivo gassoso alla cella a combustibile adiacente, in maniera simile a quanto descritto in PCT/EP 03/01207. Fori analoghi, in comunicazione con un condotto di scarico, sono preferibilmente utilizzati per scaricare reattivi esausti e prodotti di reazione.

In una forma di realizzazione preferita, sono presenti fori di passaggio fluido, preferibilmente in forma di orifici calibrati, nella parte interna della superficie principale del separatore, in corrispondenza della sezione di passaggio del fluido di raffreddamento. Questa realizzazione è particolarmente vantaggiosa soprattutto nel caso in cui il fluido di raffreddamento sia acqua liquida, poiché il passaggio controllato di una parte di detta acqua di raffreddamento dall'interno del separatore all'esterno, verso una o entrambe le celle a combustibile adiacenti, determina l'umidificazione di uno o entrambi i reagenti, contribuendo inoltre all'asportazione di calore per evaporazione, in maniera simile a quanto descritto in PCT/EP03/06327.

La presente invenzione pertanto esibisce le stesse caratteristiche vantaggiose dei ritrovati di PCT/EP 03/01207 e PCT/EP03/06327, tuttavia facendo uso di un separatore integrato direttamente interposto tra le celle a combustibile, che sostituisce le celle di termostatazione con i relativi componenti da assemblare singolarmente, semplificando il sistema di tenuta idraulica con l'eliminazione delle relative guarnizioni e facilitando la procedura di assemblaggio in misura radicale.

Allo scopo di favorire ulteriormente un assemblaggio rapido e a prova di errore nell'allineamento dei componenti, il separatore dell'invenzione può essere anche dotato esternamente di collettori di corrente e/o guarnizioni, saldati o altrimenti fissati su una o preferibilmente su entrambe le lastre catodica e anodica. In tal



M

modo, l'assemblaggio di una batteria verrebbe realizzato con il minor numero possibile di pezzi, nel caso più estremo con il solo separatore provvisto di collettore e guarnizione integrata oltre al pacchetto elettrochimico costituito una membrana attivata o un assieme membrana-elettrodo come noto nella tecnica.

Alcune delle realizzazioni preferite verranno ora descritte facendo riferimento alle figure allegate, che hanno scopo puramente esemplificativo e non intendono costituire una limitazione dell'invenzione.

- La figura 1 mostra una batteria di celle a combustibile secondo l'arte nota.
- La figura 2 mostra due forme di realizzazione del separatore dell'invenzione.
- La figura 3 mostra altre due forme di realizzazione del separatore dell'invenzione, che comprendono guarnizioni e collettori di corrente integrati.

La batteria di celle a combustibile della figura 1 è configurata secondo l'insegnamento più diffuso dell'arte nota, e comprende una sovrapposizione di singole celle a combustibile (100) impilate, delimitate da separatori (1) in forma di lastre bipolari, che racchiudono un pacchetto elettrochimico (2) costituito da una membrana a scambio ionico attivata con un catalizzatore sulle due facce ovvero da un assieme membrana a scambio ionico/elettrodi a diffusione gassosa, come noto nell'arte. Il pacchetto elettrochimico (2) divide la cella in due comparti, catodico e anodico. La continuità elettrica tra i separatori (1) ed il pacchetto elettrochimico (2) è assicurata dall'interposizione di un opportuno collettore di corrente (3), che nel caso illustrato è ad esempio un materiale conduttivo reticolato che funge anche da distributore di gas. La tenuta idraulica delle celle è assicurata da opportune guarnizioni (4), solitamente guarnizioni piane. Ognuna delle celle (100) è alimentata con un reattivo gassoso, combustibile e ossidante, nei rispettivi comparti anodico e

*Uu*

catodico, per mezzo di opportuni condotti non mostrati in figura, come è noto nella tecnica del disegno di moduli tipo filtropressa. Lo scarico dei reattivi esausti e dei prodotti di reazione viene analogamente effettuato per mezzo di un condotto di raccolta. Un disegno di questo tipo non prevede l'umidificazione integrata dei reattivi, che deve essere effettuata esternamente, mentre la termostatazione delle celle è tipicamente effettuata con serpentine, anch'esse non mostrate, inglobate nelle lastre che fungono da separatori (1). Alternativamente, alle celle a combustibile (100) avrebbero potuto essere intercalate celle di termostatazione, delimitate dagli stessi separatori (1) e percorse internamente da un liquido refrigerante; in questo caso, l'assemblaggio e la tenuta idraulica sarebbero state ovviamente complicate dall'aggiunta dei componenti indicati.

La figura 2 mostra due realizzazioni possibili del separatore (1) dell'invenzione; in entrambi i casi, il separatore è delimitato da lastre (5), una catodica e una anodica, unite per mezzo di un elemento corrugato (8) fissato mediante punti di saldatura (9) o altre forme di legame metallurgico; nel caso illustrato nella parte sinistra della figura, l'elemento corrugato (8) unisce le lastre (5) catodica e anodica lungo tutta la superficie delimitando un canale a serpentino che può essere vantaggiosamente percorso da un fluido di raffreddamento alimentato da un circuito, non mostrato, opportunamente collegato. Nel caso illustrato nella parte destra della figura, l'elemento corrugato è presente solo in una parte periferica del separatore (1), tipicamente esterna all'area attiva di cella, e all'interno della cavità delimitata dalle due lastre (5) nella parte interna, è presente un elemento reticolato (10) che può essere percorso da un fluido di raffreddamento alimentato da un circuito, non mostrato, opportunamente collegato. In entrambe le forme di realizzazione illustrate, il separatore è pertanto in grado di provvedere alla termostatazione delle



celle a combustibile adiacenti. Inoltre, in entrambe le varianti sono presenti, in corrispondenza di una regione periferica del separatore (1), opportuni fori (7) che possono essere utilizzati per l'alimentazione di reattivi gassosi provenienti da condotti di alimentazione gas, non mostrati, in comunicazione con detta regione periferica, alle rispettive celle a combustibile adiacenti. Analogamente, sono presenti i rispettivi fori (11) per lo scarico di reattivi esausti e prodotti di reazione verso condotti di scarico esterni, non mostrati. In questo modo, il separatore (1) dell'invenzione svolge la funzione di distributore di gas alle celle, permettendo di ottenere un disegno compatto che sfrutta quella che sarebbe altrimenti una zona morta. Gli elementi costitutivi dei separatori (1) in figura 1 non sono evidentemente riportati in scala; i fori di alimentazione (7) e scarico (11), ad esempio, sono solitamente molto piccoli, e sono stati ingigantiti in figura rispetto alla situazione tipica per spiegarne con maggior chiarezza la funzione.

Nella versione illustrata nella parte destra, i fori di comunicazione tra l'interno e l'esterno del separatore (1) comprendono anche orifizi calibrati (7') che servono a consentire un passaggio controllato di acqua di raffreddamento verso le celle a combustibile adiacenti: in questo caso, il separatore (1) realizza anche la funzione di umidificazione dei reagenti delle celle adiacenti; l'asportazione di calore da dette celle è per di più incrementata dall'evaporazione di parte dell'acqua che passa attraverso gli orifizi (7') all'interno delle stesse celle.

Le differenti caratteristiche dei separatori in figura 2 sono state combinate in modo casuale, e quanto illustrato non determina una limitazione dell'invenzione; ad esempio, gli orifizi calibrati (7') per l'alimentazione di acqua avrebbero potuto essere abbinati ad un elemento corrugato (8) presente lungo tutta la superficie come nel caso dell'illustrazione a sinistra, e così via.

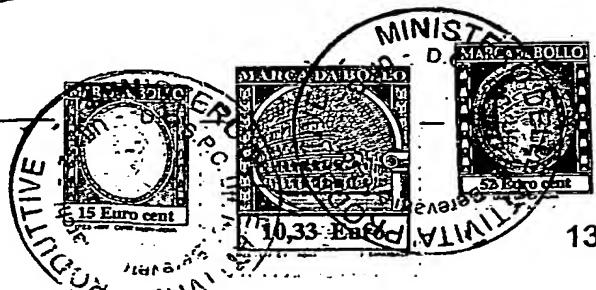
*LLy*

La figura 3 mostra due forme di realizzazione analoghe a quelle della figura 2, che comprendono in aggiunta l'integrazione dei collettori di corrente (3) e delle guarnizioni (4) delle celle a combustibile (100). In questa maniera, il numero di componenti da impilare per la realizzazione della configurazione filtropressa è ridotto al minimo. I collettori di corrente (3) possono essere integrati al separatore (1) dell'invenzione mediante saldatura anche a punti, brasatura o altro legame metallurgico; le guarnizioni (4) possono essere integrate per stampaggio, incollaggio o con altri sistemi noti agli esperti del settore. Sono evidentemente possibili anche varianti delle forme di realizzazione illustrate, senza discostarsi dallo scopo dell'invenzione; ad esempio, il separatore bipolare integrato (1) può comprendere i collettori di corrente (3) e non le guarnizioni (4) o viceversa, o ancora può comprendere uno o entrambi questi elementi da entrambi i lati o da un lato soltanto.

Come è evidente ad un esperto del settore, l'invenzione può essere praticata apportando altre variazioni o modifiche rispetto agli esempi citati

È pertanto da intendersi che la precedente descrizione non intende limitare l'invenzione, la quale può essere utilizzata secondo diverse forme di realizzazione senza discostarsene dagli scopi, e la cui portata è univocamente definita dalle rivendicazioni allegate.

Nella descrizione e nelle rivendicazioni della presente domanda, la parola "comprendere" e le sue variazioni quali "comprendente" e "comprende" non sono intese ad escludere la presenza di altri elementi o componenti aggiuntivi.



*MM*

RIVENDICAZIONI:

1. Un separatore bipolare per batteria di celle a combustibile, che comprende una lastra catodica ed una lastra anodica, almeno una di dette lastre provvista di fori di passaggio fluido, ove dette lastre sono saldate o legate metallurgicamente attraverso almeno un elemento conduttivo corrugato e dette lastre delimitano una sezione di passaggio di un liquido di raffreddamento.
2. Il separatore della rivendicazione 1, ove detti fori di passaggio fluido sono fori di alimentazione e/o scarico di gas disposti in una o più regioni periferiche di detta almeno una lastra.
3. Il separatore della rivendicazione 1 o 2 ove detti fori di alimentazione fluido comprendono orifizi calibrati per l'alimentazione di un flusso di detto liquido di raffreddamento alle celle a combustibile.
4. Il separatore delle rivendicazioni da 1 a 3 ove detto almeno un elemento conduttivo corrugato unisce dette lastre catodica e anodica generalmente lungo l'intera superficie del separatore e detta sezione di passaggio di un liquido di raffreddamento comprende canali delimitati dalla superficie di detto elemento conduttivo corrugato.
5. Il separatore delle rivendicazioni da 1 a 3 ove detto almeno un elemento conduttivo corrugato unisce dette lastre catodica e anodica solamente in una o più regioni periferiche del separatore.
6. Il separatore della rivendicazione 5 ove detta sezione di passaggio di un liquido di raffreddamento comprende almeno un elemento reticolato interposto tra detta lastra catodica e detta lastra anodica.
7. Il separatore della rivendicazione 6 ove detto almeno un elemento reticolato è un elemento elettricamente conduttivo, optionalmente metallico.

8. Il separatore della rivendicazione 7 ove detto almeno un elemento reticolato conduttivo è scelto nel gruppo formato dalle spugne metalliche, dalle reti metalliche, dalle lamiere stirate e dai materiali metallici porosi sinterizzati.
9. Il separatore delle rivendicazioni precedenti ove almeno una di dette lastre anodica e catodica comprende una guarnizione di tenuta fissata alla faccia opposta a quella ove è saldato o legato metallurgicamente detto elemento conduttivo corrugato.
10. Il separatore delle rivendicazioni precedenti ove almeno una di dette lastre anodica e catodica comprende un collettore di corrente saldato o legato metallurgicamente alla faccia opposta a quella ove è saldato o legato metallurgicamente detto elemento conduttivo corrugato.
11. Il separatore della rivendicazione 10 ove detto collettore di corrente è un elemento reticolato elettricamente conduttivo opzionalmente scelto nel gruppo formato dalle spugne metalliche, dalle reti metalliche, dalle lamiere stirate e dai materiali metallici porosi sinterizzati.
12. Una batteria di celle a combustibile che comprende almeno un separatore delle rivendicazioni precedenti.
13. La batteria della rivendicazione 12 che comprende almeno un condotto di alimentazione o di scarico in comunicazione con detti fori di passaggio fluido.
14. Un separatore bipolare per batteria di celle a combustibile sostanzialmente come descritto con riferimento alle figure allegate.

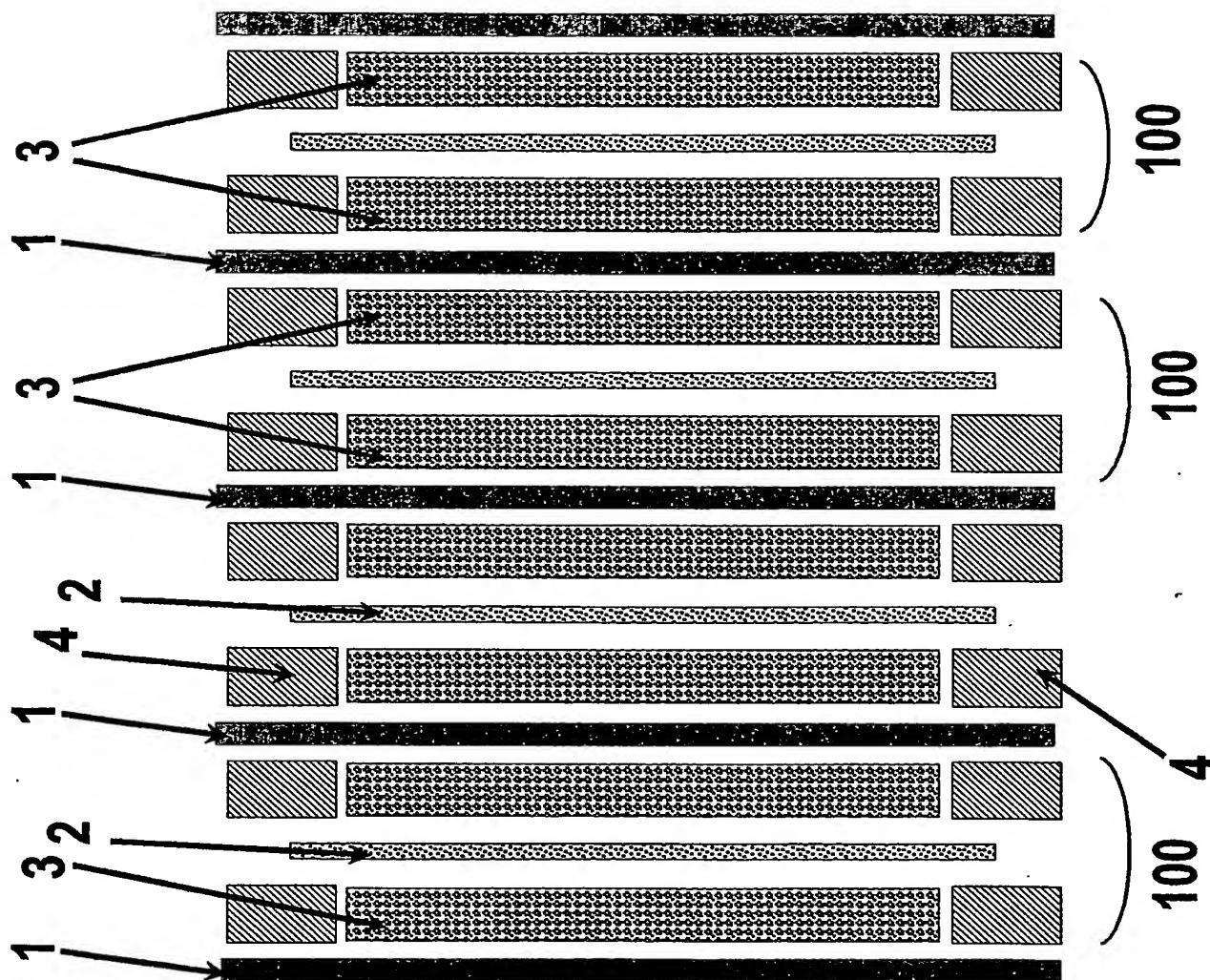
NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.



Michele Tettamanti, Direttore Generale



Fig. 1



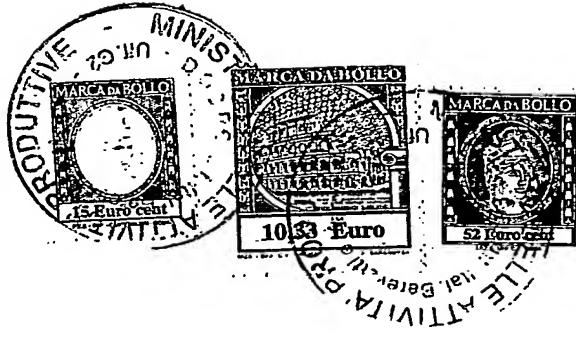
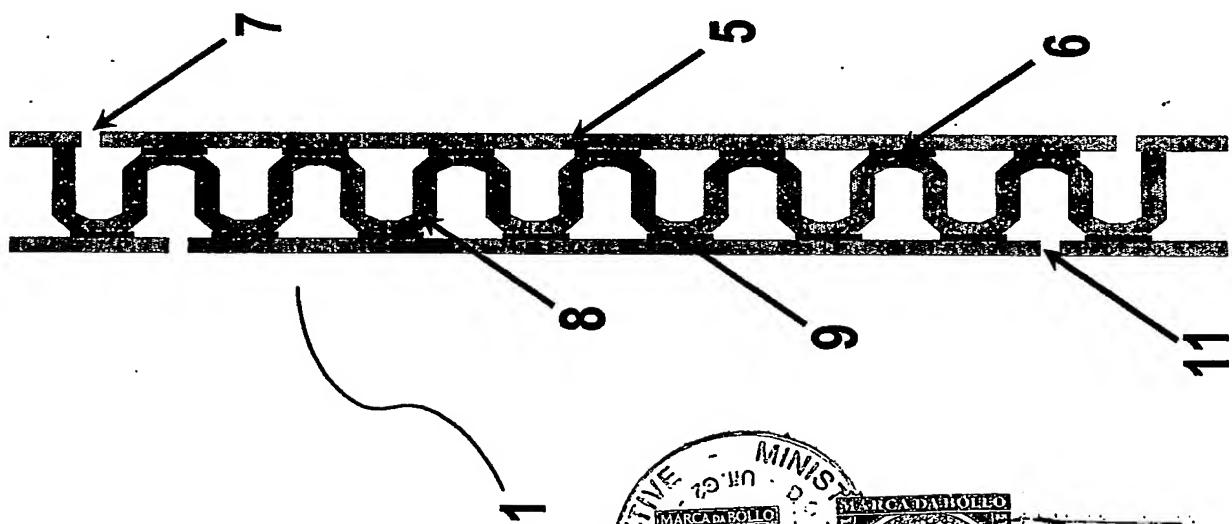
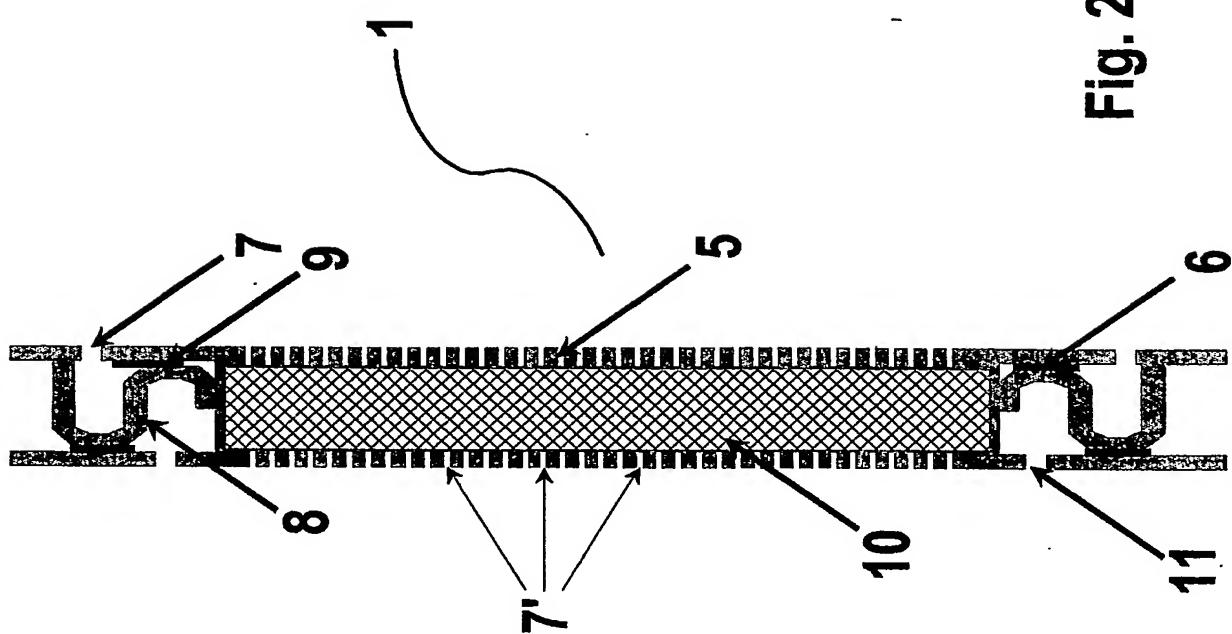
2003A001881



NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanti, Direttore Generale

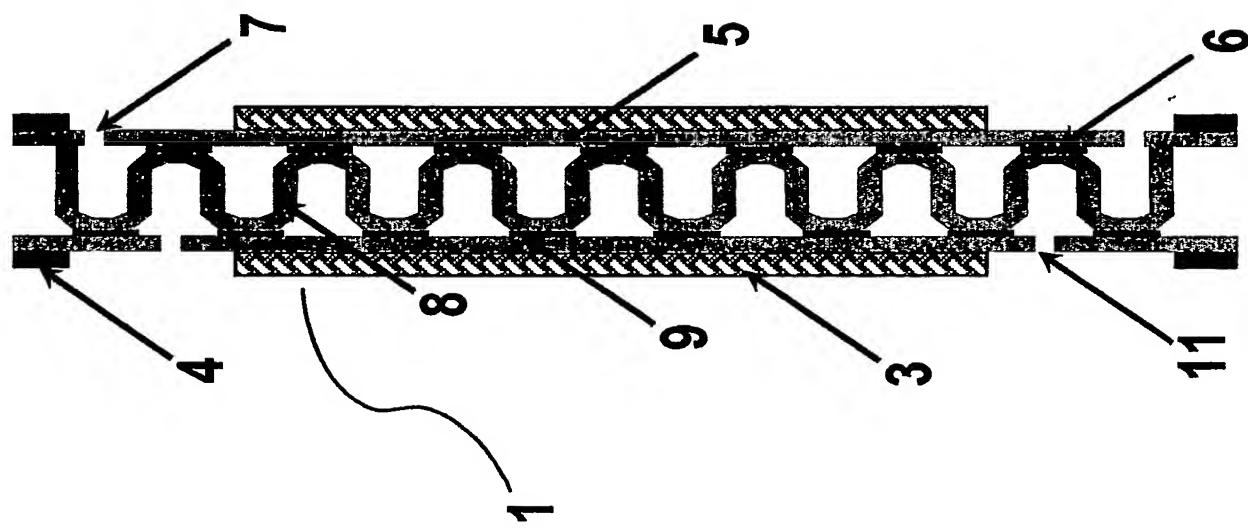
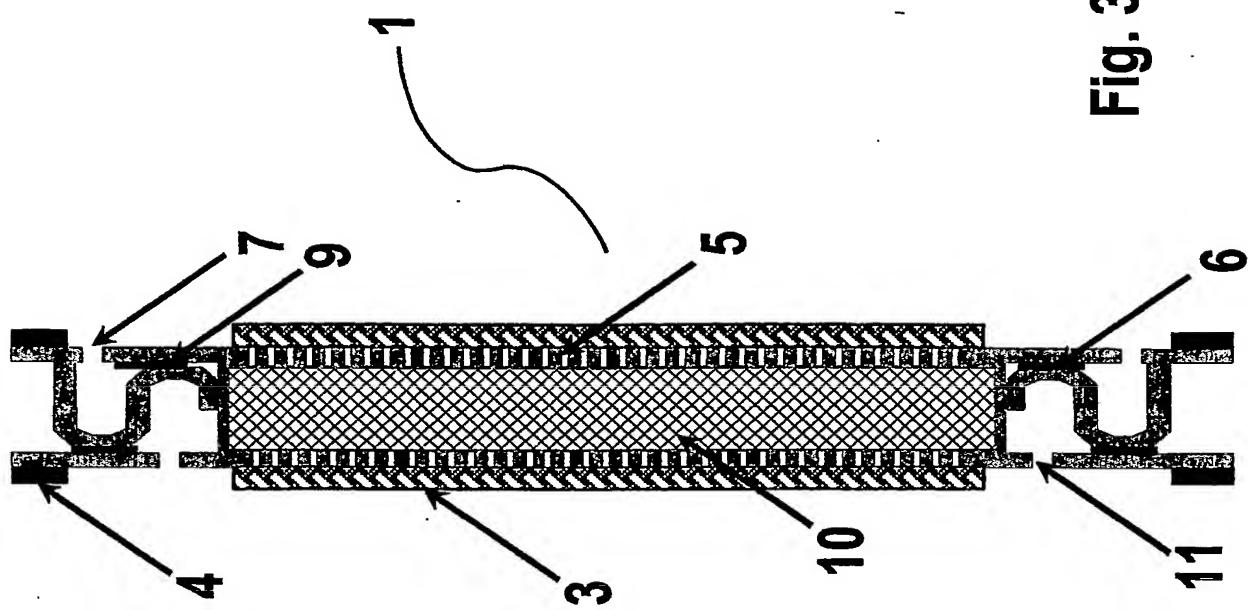
Fig. 2



NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanti, Direttore Generale

Fig. 3



2003A00188M

NUVERA FUEL CELLS EUROPE S.r.l.

Michele Tettamanzi, Direttore Generale

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**